

DETAIL**JAPANESE****PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**

(11)Publication number : 08-329397

(43)Date of publication of application : 13.12.1996

(51)Int.Cl.

G08G 1/16
B60R 21/00
G01S 3/782
G06T 1/00
H04N 7/18

(21)Application number : 07-152398

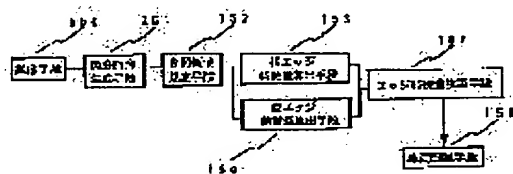
(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 26.05.1995

(72)Inventor : KANEHARA KAZUHIKO

(54) VEHICLE RECOGNITION DEVICE AND VEHICLE APPROACH REPORTING DEVICE USING SAME**(57)Abstract:****PURPOSE:** To emphasize edge features and securely detect a vehicle.

CONSTITUTION: This device consists of an image pickup means 150, a differentiated image generating means 151, a reference area prescribing means 152, a lateral edge feature calculating means 153, a longitudinal edge feature quantity calculating means 154, an edge feature quantity emphasizing means 155, and a vehicle recognizing means 156. The image pickup means 150 picks up an image of the road in front of the vehicle and the differentiated image generating means 151 processes the front road image to generate a differentiated image. The lateral edge feature quantity calculating means 153 and longitudinal edge feature quantity calculating means 154 calculates the feature quantity of the longitudinal edge and the feature quantity of the lateral edge reflecting the features of the vehicle from the differentiated image in the determined reference area. The edge feature quantity emphasizing means 155 performs correlative operation by using the calculated feature quantities to emphasizes the edges featuring the vehicle. The vehicle recognizing means 156 detect the vehicle by using the emphasized edge feature quantities. Consequently, the vehicle can securely be detected even from an edge image whose vehicle features are unclear.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 29.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 3 2 9 3 9 7

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 12 月 13 日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 8 G 1/16			G 0 8 G 1/16 C	
B 6 0 R 21/00	6 2 0	8817-3 D	B 6 0 R 21/00 6 2 0 C	
G 0 1 S 3/782			G 0 1 S 3/782 A	
G 0 6 T 1/00			H 0 4 N 7/18 J	
審査請求	未請求	請求項の数 1 4	F D	(全 1 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平 7-152398

(22) 出願日 平成 7 年 (1995) 5 月 26 日

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

(72) 発明者 金原 和彦

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産
自動車株式会社内

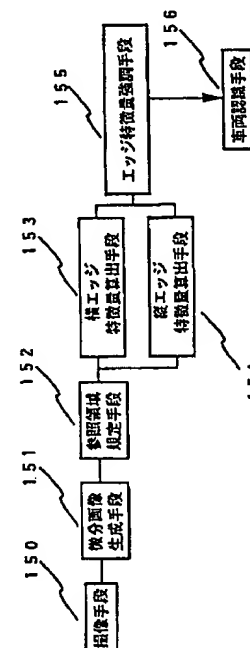
(74) 代理人 弁理士 菊谷 公男 (外 3 名)

(54) 【発明の名称】 車両認識装置及びそれを用いた車両接近報知装置

(57) 【要約】

【目的】 エッジ特徴を強調し、車両を確実に検出する。

【構成】 撮像手段 1 5 0 と、微分画像生成手段 1 5 1 と、参照領域規定手段 1 5 2 と、横エッジ特徴量算出手段 1 5 3 と、縦エッジ特徴量算出手段 1 5 4 と、エッジ特徴量強調手段 1 5 5 と、車両認識手段 1 5 6 とにより構成される。撮像手段は前方道路を撮像し、微分画像生成手段は前方道路画像に画像処理を施して微分画像を作成する。横エッジ特徴量算出手段と、縦エッジ特徴量算出手段が決定された参照領域内において微分画像から車両の特徴を反映する縦エッジの特徴量と横エッジの特徴量をそれぞれ算出する。エッジ特徴量手段では、算出された特徴量を用いて相関演算することによって車両の特徴を示すエッジを強調する。車両認識手段は、その強調処理されたエッジ特徴量を用いて車両を検出する。これにより車両特徴が不鮮明なエッジ画像でも車両が確実に検出される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 車両に搭載されてその進行方向を撮影し、原画像データを生成する撮像手段と、前記生成された原画像データを微分することにより微分画像を生成する微分画像生成手段と、前記微分画像において、参照領域を規定する参照領域規定手段と、前記参照領域において、横エッジ特徴量を算出する横エッジ特徴量算出手段と、前記参照領域において、縦エッジ特徴量を算出する縦エッジ特徴量算出手段と、前記横エッジ特徴量および前記縦エッジ特徴量をもとに前記縦エッジ特徴量もしくは横エッジ特徴量を強調するエッジ特徴量強調手段と、前記強調されたエッジ特徴量を用いて先行車を認識する車両認識手段とを具備することを特徴とする車両認識装置。

【請求項 2】 前記参照領域規定手段は、微分画像内において自車の走行領域を検出する手段と、該走行領域内において横エッジに基づき車両候補位置を検出する手段と、該車両候補位置の近傍において参照領域を規定する手段とを含むことを特徴とする請求項 1 記載の車両認識装置。

【請求項 3】 前記横エッジ特徴量算出手段は、前記参照領域内で画面下方向に横エッジ強度の濃度投影値を算出するものであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の車両認識装置。

【請求項 4】 前記横エッジ特徴量算出手段は、前記参照領域内で画面同列上に所定の範囲内の横エッジ強度値を有する画素数を計数するものであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の車両認識装置。

【請求項 5】 前記横エッジ特徴量算出手段は、前記参照領域内で同列内横エッジ画像のエッジ強度平均値を算出するものであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の車両認識装置。

【請求項 6】 前記縦エッジ特徴量算出手段は、前記参照領域内で画面下方向に縦エッジ強度の濃度投影値を算出するものであることを特徴とする請求項 1、2、3、4 または 5 記載の車両認識装置。

【請求項 7】 前記縦エッジ特徴量算出手段は、前記参照領域内で同列上に所定の範囲内の縦エッジ強度値を有する画素数を計数するものであることを特徴とする請求項 1、2、3、4 または 5 記載の車両認識装置。

【請求項 8】 前記縦エッジ特徴量算出手段は、前記参照領域内で同列内縦エッジ画像のエッジ強度平均値を算出するものであることを特徴とする請求項 1、2、3、4 または 5 記載の車両認識装置。

【請求項 9】 前記エッジ特徴量強調手段は、前記横エッジ特徴量の画面縦方向分布をその値の最大値が最小となるように反転させたものを、縦エッジ特徴量の画面縦方向分布に乗ずることによって前記縦エッジ特徴量を強調する、もしくは縦エッジ特徴量の画面横方向分布をその値の最大値が最小となるように反転させたものを、横

エッジ特徴量の画面横方向分布に乗ずることによって前記横エッジ特徴量を強調することを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7 または 8 記載の車両認識装置。

【請求項 10】 前記エッジ特徴量強調手段は、前記横エッジ特徴量の画面縦方向分布で縦エッジ特徴量の縦方向分布を除することによって前記縦エッジ特徴量を強調する、もしくは縦エッジ特徴量の画面横方向分布で前記横エッジ特徴量の横方向分布を除することによって前記横エッジ特徴量を強調することを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7 または 8 記載の車両認識装置。

【請求項 11】 前記車両認識手段は、前記強調された縦エッジ特徴量から車両側面候補座標を推定する手段と、推定された車両側面候補座標において縦エッジ画像に基づいた車両最下端候補座標を算出し、算出された車両最下端候補座標をもとに車両を認識する手段とを含むことを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9 または 10 記載の車両認識装置。

【請求項 12】 前記車両認識手段は、前記強調された縦エッジ特徴量から車両側面候補座標を推定する手段と、推定された車両側面候補座標より画面内車両幅を算出する手段と、算出された車両幅と、車両側面候補位置が走行路内か否かの判別によって車両を認識する手段とを含むことを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9 または 10 記載の車両認識装置。

【請求項 13】 車両に搭載されてその進行方向を撮影し、原画像データを生成する撮像手段と、前記生成された原画像データを微分することにより微分画像を生成する微分画像生成手段と、前記微分画像において、参照領域を規定する参照領域規定手段と、前記参照領域において、横エッジ特徴量を算出する横エッジ特徴量算出手段と、前記参照領域において、縦エッジ特徴量を算出する縦エッジ特徴量算出手段と、前記横エッジ特徴量および前記縦エッジ特徴量をもとに前記縦エッジ特徴量もしくは横エッジ特徴量を強調するエッジ特徴量強調手段と、前記強調されたエッジ特徴量を用いて先行車を認識する車両認識手段と前方障害物までの距離を測定する測距手段と、前記車両認識結果を用いて、前記測距手段の測距データは自車前方を走行する車両までの距離値であるかどうかを確認する車間距離判定手段と、前記確認された距離データに基づいて自車の先行車に対する接近度を判定する接近度判定手段と、前記判定結果に基づき運転者に注意を促す報知手段とを具備することを特徴とする車両接近報知装置。

【請求項 14】 前記測距手段は、互いに異なる指向性を有する複数の測距センサからなるものであることを特徴とする請求項 13 記載の車両認識装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、画像処理によって車両

を認識する装置、および該認識結果より車両の接近度を報知する車両接近報知装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の車両認識装置に関しては例えば、Image Understanding Based on Edge Histogram Method for Rear-End Collision Avoidance System (1994 Vehicle Navigation & System Conference Proceedings) という発表された論文がある。この論文は、車両の検出を画像処理により作成されたヒストグラムから推定する手法を述べている。その概要は図30に示されている。

【0003】撮像手段110は自車の前方道路を撮像し、得られる前方道路画像において、縦エッジヒストグラム作成手段111と、横エッジヒストグラム作成手段112が、図31に示すように、消失点付近を中心とした領域120内から縦エッジを検出し縦エッジヒストグラムaを、領域121内から横エッジを検出し横エッジヒストグラムbをそれぞれ作成する。

【0004】側面座標特定手段113が縦エッジヒストグラムaを用いて2つのピーク値cの検出によって先行車の車幅を示す両側面座標を検出する。上端/下端座標特定手段114が横エッジヒストグラムbを用いて先行車の頂部、底部座標をそれぞれ検出する。その後、車両判定手段115では、画像の検出結果と、あらかじめ定めた自車との相対運動をパラメータとする先行車の運動モデルとのマッチングを図ることによって、画像の検出結果の信憑性判断および先行車の追跡を行なう。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の車両認識装置にあっては、以下のような問題点があった。すなわち、先行車両側面に現われる縦エッジは車両背景とのコントラストによって生ずるものであるために、図32に示している縦エッジヒストグラムdのように片方のピーク値しか現われないことがあり、必ずしも側面位置に縦エッジヒストグラムのピークが現われるとは限らないこと、また、車両背面の形態によっては、縦エッジヒストグラムeのように車両側面の縦エッジピーク値と同等かそれ以上の値が検出される可能性があることが挙げられる。したがって、実際の走行路上での検出において車両背景によっては検出が困難あるいは検出精度が低下する恐れもある。この発明は、上記問題点に鑑み、誤検出を無くし、かつ高い検出精度の車両認識装置を提供することと、さらに、それに基づく車両接近報知装置を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】このため、請求項1記載の発明は、図1に示されるように、車両に搭載されてその進行方向を撮影し、原画像データを生成する撮像手段

150と、前記生成された原画像データを微分することにより微分画像を生成する微分画像生成手段151と、前記微分画像において、参照領域を規定する参照領域規定手段152と、前記参照領域において、横エッジ特徴量を算出する横エッジ特徴量算出手段153と、前記参照領域において、縦エッジ特徴量を算出する縦エッジ特徴量算出手段154と、前記横エッジ特徴量および前記縦エッジ特徴量をもとに前記縦エッジ特徴量もしくは横エッジ特徴量を強調するエッジ特徴量強調手段155と、前記強調されたエッジ特徴量を用いて先行車を認識する車両認識手段156とを具備するものとした。

【0007】とくに、前記参照領域規定手段は、微分画像において自車走行領域を検出し、同走行領域内の横エッジに基づき車両候補位置を検出し、同位置近傍において参照領域を規定することができる。前記横エッジ特徴量算出手段は、前記参照領域内で画面下方向に横エッジ強度の濃度投影値を算出することができる。あるいは、前記横エッジ特徴量算出手段は、前記参照領域内で画面同列上に所定の範囲内の横エッジ強度値を有する画素数を計数することができる。さらにまた、前記横エッジ特徴量算出手段は、前記参照領域内で同列内横エッジ画像のエッジ強度平均値を算出することもできる。

【0008】前記縦エッジ特徴量算出手段は、前記参照領域内で画面下方向に縦エッジ強度の濃度投影値を算出することができる。あるいは、前記縦エッジ特徴量算出手段は、前記参照領域内で同列上に所定の範囲内の縦エッジ強度値を有する画素数を計数することができる。さらにまた、前記縦エッジ特徴量算出手段は、前記参照領域内で同列内縦エッジ画像のエッジ強度平均値を算出することもできる。

【0009】請求項9記載の発明は、前記エッジ特徴量強調手段が、前記横エッジ特徴量の画面縦方向分布をその値の最大値が最小となるように反転させたものを、縦エッジ特徴量の画面縦方向分布に乗ずることによって前記縦エッジ特徴量を強調する、もしくは縦エッジ特徴量の画面横方向分布をその値の最大値が最小となるように反転させたものを、横エッジ特徴量の画面横方向分布に乗ずることによって前記横エッジ特徴量を強調するものとした。

【0010】請求項10記載の発明は、前記エッジ特徴量強調手段が、前記横エッジ特徴量の画面縦方向分布で縦エッジ特徴量の縦方向分布を除することによって前記縦エッジ特徴量を強調する、もしくは縦エッジ特徴量の画面横方向分布で前記横エッジ特徴量の横方向分布を除することによって前記横エッジ特徴量を強調するものとした。

【0011】請求項11記載の発明は、前記車両認識手段が、前記強調された縦エッジ特徴量から車両側面候補座標を推定する手段と、推定された車両側面候補座標において縦エッジ画像に基づいた車両最下端候補座標を算

10

20

30

40

50

出し、算出された車両最下端候補座標をもとに車両を認識する手段とを含むものとした。請求項 12 記載の発明は、前記車両認識手段が、前記強調された縦エッジ特徴量から車両側面候補座標を推定する手段と、推定された車両側面候補座標より画面内車両幅を算出する手段と、算出された車両幅と、車両側面候補位置が走行路内か否かの判別によって車両を認識する手段とを含むものとした。

【0012】請求項 13 記載の発明は、図 2 に示されるように、請求項 1 記載の構成に加えて、前方障害物までの距離を測定する測距手段 160 と、前記車両認識手段 156 による車両認識結果を用いて、前記測距手段の測距データが自車前方を走行する車両までの距離値であることを確認する車間距離判定手段 161 と、前記確認された距離データに基づいて自車の先行車に対する接近度を判定する接近度判定手段 162 と、前記判定結果に基づき運転者に注意を促す報知手段 163 とを具備するものとした。とくに、前記測距手段は、互いに異なる指向性を有する複数の測距センサから構成することができる。

【0013】

【作用】請求項 1 記載の発明では、原画像を微分し、微分画像から車両の特徴を反映する縦エッジおよび横エッジの特徴量をそれぞれ算出する。そしてその算出値をもとに縦エッジの特徴量もしくは横エッジの特徴量を強調させてから車両の検出に用いるため、エッジ特徴の不鮮明な微分画像でも車両検出が正しく行なわれる。

【0014】請求項 9 記載の発明では、前記作成された横エッジ特徴量の画面縦方向分布をその値の最大値が最小となるように反転させたものを、縦エッジ特徴量の画面縦方向分布に乗ずることによって前記縦エッジ特徴量を強調する、もしくは縦エッジ特徴量の画面横方向分布をその値の最大値が最小となるように反転させたものを、横エッジ特徴量の画面横方向分布に乗ずることによって前記横エッジ特徴量を強調するから、車両の両側面および上下端のエッジ強度のみ強調されることになる。請求項 10 記載の発明では、前記作成された横エッジ特徴量の画面縦方向分布で縦エッジ特徴量の縦方向分布を除することによって前記縦エッジ特徴量を強調する、もしくは縦エッジ特徴量の画面横方向分布で前記横エッジ特徴量の画面横方向分布を除することによって前記横エッジ特徴量を強調するから、車両の両側面および上下端のエッジ強度のみ強調されることになる。

【0015】請求項 11 記載の発明では、前記強調された縦エッジ特徴量から車両側面候補座標を推定し、推定された車両側面候補座標において縦エッジ画像に基づいた車両最下端候補座標を算出する。そして、算出された車両最下端候補座標を走行路上での車影座標と照合させることによって車両を認識するように行なうと、先行車が誤検出されことなく、認識される。請求項 12 記載

の発明では、前記強調された縦エッジ特徴量から車両側面候補座標を推定し、推定された車両側面候補座標より画面内車両幅を算出する。そして算出された車両幅と、車両側面候補位置が走行路内か否かの判別によって車両を認識するから、誤検出を無くし先行車が正しく認識される。

【0016】請求項 13 記載の発明では、請求項 1 記載のものに加えて、測距手段を設け、車間距離判定手段は、前記車両認識結果を用いて、前記測距手段の測距データは自車前方を走行する車両までの距離値であるかどうかを確認する。そしてその距離確認された距離データに基づいて自車の先行車に対する接近度を判定し、運転者に注意を促すようにしたから、信頼性の報知装置が実現される。なお、測距手段を互いに異なる指向性を有する複数の測距センサから構成することにより、車間距離検出値がより正確なものとなる。

【0017】

【実施例】以下この発明を図面に基づいて説明する。図 3 は、この発明の第 1 の実施例のレイアウトを示す。このレイアウトは以下のほかの実施例にも共通に使用される。まず車両 200 のフロントウインドウ上部に前方に向けて撮像手段としてのビデオカメラ 211 が設けられている。このビデオカメラ 211 で車両 200 の前方道路を撮像し、その路面画像はコントローラ 213 に入力され、ここでこの路面画像に画像処理を施して自車走行レーンを検出する。そしてその自車走行レー内でさらに先行車を検出し、概略車間距離を算出する。

【0018】コントローラ 213 にはさらに車両 200 の前端に設けられたレーザレーダ距離計 210 と前車輪に設けられた車速センサ 212 が接続され、検出値が入力される。測距手段としてのレーザレーダ距離計 210 は 3 つのヘッドを有して、それぞれ左 (L)、中央 (C)、右 (R) の 3 方向に所定の指向角を付けられて設置される。各ヘッドはそれぞれの方向にビームを発して先行車を含む物体の距離を検出する。

【0019】コントローラ 213 では、上記概略車間距離をもとにレーザレーダ距離計 210 による 3 つの距離検出値の中から車間距離とみなされる検出値を選出して採用する。そしてその車間距離と車速センサ 212 の入力値とに基づいて、先行車への接近状況が判断される。その判断結果を受けて報知手段としてそれに接続されている表示装置 214 が相応の報知表示をし運転者に注意を促す。

【0020】図 4 は、コントローラ 213 における処理の流れを示すフローチャートである。電源を投入して処理開始後、まず、ステップ 220 において、全てのパラメータに 0 を与えて初期化が行なわれる。ステップ 221 で、ビデオカメラ 211 から 1 フレームの前方画像を取り込む。その後、ステップ 222 において、得られた原画像に対して、図 5 に示す横エッジ検出用の Sobel

10

20

30

40

50

1 フィルタを用いて、画像処理して横エッジを検出する。この処理により図 6 の (a) に示す原画像から (b) の横エッジ画像が作成される。ここに、ステップ 2 2 2 は微分画像生成手段を構成している。

【0 0 2 1】次にステップ 2 2 3 において、この横エッジ画像からさらにレーンマーカの検出を行なう。ここでは、画像平面内でレーンマーカモデルを定義し、横エッジ画像から得られる白線候補点と該モデルをカーブフィッ

$$x = -f \frac{X}{Z} + x_0$$

$$y = -f \frac{Y}{Z} + y_0$$

ここで、 f はビデオカメラの焦点距離に対応した定数である。

【0 0 2 3】レーンマーカモデルは道路の三次元形状、車両位置、車両姿勢をそれぞれ表わす道路パラメータを用いて、白線 2 4 3 を、水平面 ($X-Z$) では二次式、垂直面 ($X-Y$) では一次式で近似する。図 8 のように道路パラメータを定め、(a) は水平面、(b) は垂直面を示す。図 8 の (a) において、道路の左端の白線が※

$$X = BZ^2 + CZ + A - iE$$

$$Y = DZ - H_0$$

パラメータ A は車両の左側に位置する白線と車両中心 (撮像装置の取り付け位置) との距離、 B は車両前方の道路曲率、 C は $Z = 0$ における白線の接線方向に対する車両のヨー角 β 、 D は道路平面に対する車両のピッチ角 α 、 E は白線間距離にそれぞれ相当する。

【0 0 2 4】ここで式 (2) を式 (1) によって画像座★

$$x_i = (a + ie)(y - d) + \frac{b}{y - d} + c$$

ここに、 a は走行車線上の自車両の位置、 b は道路曲率、 c は走行車線に対する相対ヨー角、 d は走行車線との相対ピッチ角、 e は車線幅、 i は道路白線に対応する☆

$$a = -\frac{A}{H_0}$$

$$b = -B H_0 f^2$$

$$c = -C f + x_0$$

$$d = -D f + y_0$$

$$e = \frac{E}{H_0}$$

【0 0 2 5】ステップ 2 2 3 におけるレーンマーカ検出の詳細を図 1 0 のフローチャートにしたがって説明す

※ットさせることによってレーンマーカを検出する。

【0 0 2 2】図 7 は、三次元空間と画像平面との対応図である。それぞれを路面 2 4 0 から高さ H_0 の位置に原点を有するカメラ座標系 2 4 1 と、消失点座標を (x_0, y_0) とする画像座標系 2 4 2 において定義する。このとき、両者は次の式 (1) で対応付けられる。

【数 1】

(1)

※ら順に白線を 0、1、2、…、 i 番とする。0～ i 番の白線と車両ピッチ成分 D をパラメータとする Y 方向のモデルが共通の式 (2) で記述される。カメラ座標系 (X, Y, Z) の原点は車両の進行とともに刻々と前方に移動し、式 (2) 中の $A \sim E$ のパラメータをそれぞれ変化させる。

【数 2】

(2)

★標系に変換すれば、画像座標系におけるレーンマーカモデル式 (3) が得られる。このモデルは、図 9 に示すように整数 i はレーンマーカ N_0 数に対応しており、走行路レーンが増加しても、 $a \sim e$ の 5 つパラメータのみで記述されるという特徴を有する。

【数 3】

(3)

☆番号 (自然数) に、各々対応する係数であり、式 (4) で表わすことができ、走行路推定のパラメータとなる。

【数 4】

(4)

る。まずステップ 2 2 8 では、作成された横エッジ画像内において、初回は初期設定で、2 回目からは前フレー

ムの処理結果に基づき複数の小ウィンドウを設定する。そして各小ウィンドウにおいて前回検出されたレーンマーカモデル近傍のエッジ点を探索し、該エッジ点をもって白線候補点として出力する。ステップ229においては、検出された白線候補点群に対して、誤差が最小となるようなパラメータ $a \sim e$ を最小二乗法を用いて決定する。この処理により、レーンマーカが検出されまたは前フレームに対して更新されたことになる。次に、ステップ230において、得られた $i=0$ 、1番目のレーンマーカモデルをもって、自動車走行レーンとして認識する。

【0026】図4のステップ224では、自動車走行レーン上から車両検出処理が行なわれる。以下、図11および図12のフローチャートにしたがって車両検出の詳細を説明する。最初に、ステップ2211において、フラグのチェックを行なう。このフラグは前フレームにおいて既に車両が検出されている場合を1、検出されていない*

*い場合を0で表現するものである。フラグが0のときは、ステップ2212で、車両候補の検出を、前記自動車走行レーンの検出結果により規定される領域において行なう。

【0027】一般に、車両下部には影があり、その影によって、画面下から見た場合、明→暗という濃度変化が存在する。したがって、横エッジ画像もその濃度変化の方向を反映したものが道路上に現われる。上記の検出では、図5に示した横エッジ検出用Sobelフィルタが用いられたので、負の横エッジが現われている。このことから、自動車走行レーン上の所定値以上の長さを有する負の横エッジ点列を車両候補として検出するルーチンを実行する。具体的には、図13に示すように、画面下から、式(5)を満足する y 座標を車両候補検出位置座標 y_{b0} として検出する処理を行なう。

【数5】

$$\text{If } \gamma(y) > \gamma_{\text{thresh}} \text{ then } y_{b0} = y; \gamma(y) = \frac{N_e}{N_w} \quad (5)$$

ここに、 N_e は y と、検出されたレーンマーカモデルで算出される道幅 N_w により規定される1次元の領域における所定値以上の絶対強度を有する負の水平エッジ点の個数である。車両候補としてみなせるか否かの判定は、道幅 N_w をもって N_e を正規化した量 γ と所定値 γ_{thresh} との比較により行なう。所定値 γ_{thresh} は、例えば軽自動車の車幅1.4mに対し道幅を高速道路を想定して3.5mとすれば、 $\gamma_{\text{thresh}} = 0.4 (1.4/3.5)$ と定めることができる。

【0028】図11のステップ2213で、 y_{b0} が検出されたと判定された場合には、次のステップへ進み、そうでない場合、ステップ221に戻り次のフレームを※

20※入力する。ステップ2214において、図14に示すように原画像に縦エッジを検出するウィンドウ W を決定する。ウィンドウ W の底辺は検出された y_{b0} で、両端座標 x_{wl} 、 x_{wr} は検出された道幅 N_w の両端点座標で、ウィンドウの高さは図15に示すようなカメラ座標系(X 、 Y 、 Z)において高さ h_t で表わされる位置 $Y = h_t - H_0$ を式(1)を用いて画像座標系へ座標変換することにより得られる y 座標 y_{u0} によって規定する。 y_{u0} は、前記カメラ座標系において記述される道幅相等量 E を用いて式(6)で表わされる。

【数6】

$$y_{u0} = y_{b0} - \frac{h_t}{E} e(y_{b0} - d) \quad (6)$$

【0029】ステップ2211でフラグが1で、前フレームにおいて車両が検出された場合には、図16に示すように前フレームの車両側面 x 座標 x_{l_old} 、 x_{r_old} および、底辺座標 y_{b_old} を基準に、それぞれ所定値 D_x 、 D_y だけ広げることにより新たに得られるウィンドウ境界 x_{wl_new} 、 x_{wr_new} 、 y_{wb_new} 、および $y = y_{wb_new}$ を前記式(6)中 y_{b0} へ代入することによって算出される y_{u_new} (y_{u0})で規定されるウィンドウを設定する。ここに、ステップ2211～2215および前記ステップ228～230は参照領域手段を構成している。

【0030】次にステップ2216では、決定されたウィンドウ内において原画像を図17に示すような縦エッジ検出用Sobelフィルタで走査することによって、縦エッジを検出する。そして図18に示すように x_{wl} を原点とする座標 x' 毎に縦エッジ強度値を所定のしき

い値で2値化処理した後、和を同列画素においてとることにより強度が I_{vp} のエッジヒストグラムを作成する。ここでは、車両とその背景とのコントラストが弱く、したがって車両側面にヒストグラムのピーク座標が明確に現われないケースを示している。ここに、ステップ2216は縦エッジ特徴量算出手段を構成している。

【0031】次にステップ2217において、横エッジによる縦エッジ強調処理を行なう。ここは、図19に示すように2つのステップからなる。ステップ2227においては、既に設定されているウィンドウ内において前記図6の(b)に示した横エッジ画像から横エッジの特徴量を抽出する処理を行なう。ここでは、前フレームにおいて車両が検出されていない例について説明する。一般の車両においては、少なくともバンパー部などに車両幅を反映した横エッジ成分が検出される。これは次のような特徴を有する。

(1) 縦エッジのように背景によってエッジ強度が変動することは少ない。

(2) 車両幅を反映した長さを有する横エッジ成分は存在するが、その成分のみを抽出することが困難である。

【0032】したがって、前記ウインドウ内において車両が存在する場合は、車両幅を反映した横エッジ成分の比率が多いという仮定をもとに、以下に述べる横エッジ強度ヒストグラムから、車両存在領域(車両幅)を推定したほうが望ましい。すなわち、図20に示すように、*

$$Ih_pt(x') = |Ih_p(x') - Ih_pmax| / Ih_pmax \quad (7)$$

【0033】そして、ステップ2228では、得られた横エッジヒストグラムの正規化反転値 Ih_pt を利用した、前述の縦エッジヒストグラムの強調処理を行なう。これは、図22に示すように、左側面 x' 座標位置※

$$Iv_p'(x') = Ih_pt(x') * Iv_p(x') \quad (8)$$

その結果、図23に示すように、車両縦エッジ強度のヒストグラムは、とくに車両側面付近において選択的に強調され、車両側面の x 座標が容易に推定できるという効果を得られる。上記ステップ2227は横エッジ特徴量算出手段、ステップ2228はエッジ特徴量強調手段をそれぞれ構成している。

【0034】次に、図11のステップ2218において、車両側面候補の検出を行なう。車両の左右側面候補は、例えば、しきい値 Iv_thresh 以上を満足する Iv_p' をもたらす x 座標をウインドウ中心を境に、配列 $xl(i)$ 、 $xr(j)$ に格納することによって得ることができる。ステップ2219では、左右両方ともに候補の検出ができたか、次のステップ2220へ進み、そうでない場合、ステップ221に戻り、次のフレームを入力する。ここに、 i 、 j は整数で、ウインドウ中心の左右の領域においてしきい値 Iv_thresh 以上を満足する Iv_p を各領域の左から数えるときの番号である。

【0035】図12において、ステップ2220では、原画像から車両下端候補検出を左右独立して行なう。図24は車両下端候補検出の説明図である。ここでは、車★

if $|ybl_new - yb| \neq 0$ then OK.

【0037】ステップ2222において、上式が満足されたかと判定された場合は、ステップ2224で、フラグを1とし、そうでない場合、ステップ2223において、フラグに0を代入して、ステップ221に戻り次のフレームを入力する。次に、車両であると判定された場合、ステップ2225において、車両最下端座標として yb を ybl_new と ybr_new の平均をとることによって算出する。その後ステップ2226において、次のウインドウ設定のために、今回検出された車両側面の x 座標 xl_g 、 xr_g および yb をそれぞ

*ウインドウ座標 $xw1$ を原点 $0'$ とする座標 x' 毎に、横エッジ強度値を所定のしきい値で2値化し、その結果の縦方向和を Ih_p として算出することにより、横エッジ強度ヒストグラムを作成する。次に得られたヒストグラムの最大値 Ih_pmax を求め、横エッジヒストグラムの値を反転させたものを、 Ih_pt として図21に示すように作成する。ここでは Ih_pt を正規化反転値として式(7)により算出する。

【数7】

※が不鮮明なヒストグラム Iv_p に式(7)で表わされる Ih_pt を乗ずることにより行なう。すなわち、式(8)に基づいて行なう。

【数8】

★両左側面を例にとって説明する。前記 $x1(i)$ の重心座標として $x1_g$ を算出した後、 $x1_g$ を中心に所定幅 dx 、 yb (または ywb_new) を中心にウインドウ高さ方向の中点の y 座標 ym より、画面下方に高さ $2 * (yb - ym)$ のウインドウ U を設定し、同領域内において原画像から再び縦エッジ検出処理を行なう。この縦エッジ画像において、点 $(x = x1_g, y = ym)$ から下方に初めて縦エッジ強度 Iv_l が所定値 Iv_l_thresh 以下となる y 座標を $y = ybl_new$ として検出する。上記処理を車両右側面候補 $xr(j)$ に関しても行ない、 $y = ybr_new$ を検出する。

【0036】ステップ2221において、以上の検出結果をもとに車両判定を行なう。車両の特徴として左右対称な物体であることが挙げられる。検出された左右の車両下端候補はいずれもタイヤと路面との接点の y 座標を表わしているはずであるので、もし対象が車両であるならば、その差は極めて小さい値をとるはずである。すなわち、次の式(9)をもって車両判定条件とする。

【数9】

$$(9)$$

れ $x1_old$ 、 xr_old および yb_old に格納して画像に関する処理を終了する。ここに、ステップ2218~2226は車両認識手段を構成している。

【0038】この後図4に戻り、ステップ2225では、レーザレーダ距離計210からの各ビームの距離値 (L 、 LC 、 LR) を入力し、各距離値に対して画像処理結果をもとに真の先行車までの距離値を示しているビームを選択した後、その距離値をもとに接近度を判定し、接近し過ぎと判定された場合、表示装置214に報知表示を行なわせる。図25はその処理の詳細を示す。すな

わち前記車両検出により、車両最下端のy座標が検出されたので、画像から、先行車までの距離を推定することができる。これは、路面とカメラ取り付け位置との関係*

$$L_IMG = \frac{fH_0}{yb_old - d}$$

ここで、dは画面上での消失点のy座標値を表わす。

【0039】ステップ2229において、この画像から得られる距離L__IMGと、LL、LC、LRとの差分ΔLL、ΔLC、ΔLRを算出後、ステップ2230において、前記差分のうち最も小さい値を与える距離をLL～LRから選択することにより、先行車までの距離を確定する。次にステップ2231において、車速センサ212の検出値を入力し、自車速と、前回の処理によって得た先行車までの距離と、新たに得られた先行車までの距離との差分をとることにより算出される相対速度と、先行車までの距離とにより、接近度を算出し、接近し過ぎであると判定された場合はステップ2232で、表示装置214に報知表示を行なわせて運転者に注意を促しフローを終了する。ここに、ステップ2229～2230は車間距離判定手段、ステップ2231、2232は接近度判定手段を構成している。

【0040】本実施例では、先行車を検出する際、先行車の特徴を反映する縦エッジと横エッジをそれぞれ検出し、検出されたエッジに対して2値化処理した後、縦エッジヒストグラムおよび横エッジヒストグラムを作成する。そして作成された2つのエッジヒストグラムを相関させて縦エッジ特徴量を強調するようにしたから、コントラストが悪く、車両エッジが不鮮明な画像でも車両検出

$$\frac{1.4}{3.5} \leq \frac{xr_g - xl_g}{x1(yb) - x0(yb)} \leq \frac{2.5}{3.5}$$

上式は車両幅に関する拘束条件で、1.4は軽自動車、2.5は大型トラック、3.5は高速道路の道路幅を表わし、単位はmである。次に車線内にある物標が先行車★

$$[x0(yb) < xl_g] \& [x1(yb) > xr_g]$$

式(11)および(12)は、車線を第1の実施例と同様の道路モデルで規定し、その内部に車両側面x座標xl_gおよびxr_gが存在するか否かを確認するものである。すなわち、式(11)および(12)が検出された車両側面x座標および車両下端y座標に対して満足されたとき、車両であると判断する。これにより、検出された車両側面座標の信頼性が著しく向上する。

【0044】次に本発明の第3の実施例について説明する。第1の実施例では、横エッジ特徴量を用いて縦エッジヒストグラムを強調する例について述べたが、同様にして縦エッジ特徴量を用いて横エッジヒストグラムを強調することもできる。すなわちステップ2216において、決定されたウィンドウ内において原画像から図26

*が既知であるためである。すなわち先行車までの距離L__IMGは式(10)により算出することができる。

【数10】

$$(10)$$

※出ができる。またその検出値をもとにレーザレーダからの実測値を選択して接近度演算に用いたから、接近度が精度よく算出され、正しい報知がなされる。

10 【0041】なお、この実施例では、横エッジ特徴量を横エッジヒストグラムを作成することによって得たが、同一x座標において横エッジ強度の平均値をもってlh__pとしてもよい。

【0042】また、この実施例では、前記横エッジ特徴量の分布を最大値lh__pmaxを用いて反転させた値lh__ptを縦エッジ特徴量lv__pに乘ずることにより縦エッジ強調処理を行なったが、lv__pをlh__pで除することにより強調処理を行なってもよい。以上、接近報知に対して本発明を応用した例を中心に実施例を説明してきたが、これに限定されず、例えば先行車に自動的に追従する自律走行車などに応用することが可能である。

【0043】次に、本発明の第2の実施例について説明する。第1の実施例においては、ステップ2221における車両判定を車両下端座標を用いて行なったが、画像内車両幅を用いて車両判定を行なってもよい。その判定条件を式(11)に示す。

【数11】

★であるか否かの判定条件を式(12)に示す。

【数12】

$$(12)$$

に示すように縦エッジを検出し、yb0を原点とする座標y'毎に縦エッジ強度値を所定のしきい値で2値化処理した後、和を同列画素においてとることにより強度がlv__p'のエッジヒストグラムを作成する。

【0045】ステップ2227においては、既に設定されているウィンドウ内において前記図27に示すように横エッジ画像からウィンドウ座標yb0を原点0'とする座標y'毎に、横エッジ強度値を所定のしきい値で2値化し、その結果の縦方向和をlh__p'として算出することにより、横エッジ強度ヒストグラムを作成する。

【0046】そして、ステップ2228では、図28のように、得られたヒストグラムlv__p'の反転値lv__pt'を求め、そしてlh__p'に乘ずることにより

l h _ p' の強調処理を行なう。図 28 の (a) はヒストグラム l v _ p t'、(b) は l v _ p t' と l h _ p' を重ねたときの様子を示す。その結果、図 29 に示すように、車両横エッジ強度のヒストグラムは、とくに車両上下端付近において選択的に強調される。これによって第 1 の実施例と同様に画像内から車両存在領域を精度よく切り出すことが可能である、車両上下端の y 座標が容易に推定できるという効果を得られる。

【0047】

【発明の効果】本発明の認識装置によれば、原画像を微分し、微分画像から車両の特徴を反映する縦エッジおよび横エッジの特徴量をそれぞれ算出する。そしてその算出値をもとに縦エッジの特徴量もしくは横エッジの特徴量を強調させてから車両の検出に用いるため、エッジ特徴の不鮮明な微分画像でも車両検出が正しく行なわれる。その結果検出車両の信頼性が向上するとともに検出できる範囲が拡大される。

【0048】横エッジ特徴量の画面縦方向分布をその値の最大値が最小となるように反転させたものを、縦エッジ特徴量の画面縦方向分布に乗ずることによって前記縦エッジ特徴量を強調する、もしくは縦エッジ特徴量の画面横方向分布をその値の最大値が最小となるように反転させたものを、横エッジ特徴量の画面横方向分布に乗ずることによって前記横エッジ特徴量および縦エッジ特徴量を強調することにより、車両の両側および上下端のエッジが選択的に強調されるから、車両の位置を簡単に特定できる。

【0049】横エッジ特徴量の画面縦方向分布で縦エッジ特徴量の縦方向分布を除することによって前記縦エッジ特徴量を強調する、もしくは縦エッジ特徴量の画面横方向分布で前記横エッジ特徴量の分布を除することによって横エッジ特徴量を強調することによっても、車両の両側および上下端のエッジが選択的に強調されるから、車両の位置を簡単に特定できる。

【0050】前記強調された縦エッジ特徴量から車両側面候補座標を推定し、推定された車両側面候補座標において縦エッジ画像に基づいた車両最下端候補座標を算出する。そして、算出された車両最下端候補座標を走行路上での車影座標と照合させることによって車両を認識することにより、先行車が誤検出されことなく、信頼性の高い車両検出装置を構成することができる。また、前記強調された縦エッジ特徴量から車両側面候補座標を推定し、推定された車両側面候補座標より画面内車両幅を算出する。そして算出された車両幅と、車両側面候補位置が走行路内か否かの判別によって車両を認識することによっても、先行車が正しく認識され、信頼性の高い車両検出装置が構成される。

【0051】また、本発明の車両接近報知装置は、さらに測距手段を設け、車間距離判断手段は、前記車両認識結果を用いて、測距手段の測距データは自車前方を走行

する車両までの距離値であるかどうかを確認する。そしてその距離確認された距離データに基づいて自車の先行車に対する接近度を判定し、運転者に注意を促すようにしたから、信頼性の高い距離報知が行なわれる。なお、測距手段を互いに異なる指向性を有する複数の測距センサから構成することにより、車間距離検出値がより一層正確に検出される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の構成図である。

【図 2】本発明の構成図である。

【図 3】本発明の実施例の構成を示す図である。

【図 4】処理全体のフローチャートである。

【図 5】横エッジ検出オペレータである。

【図 6】原画像および横エッジ画像を示す図である。

【図 7】設定座標系の説明図である。

【図 8】カメラ座標系における白線の対応図である。

【図 9】認識された白線と数式の対応図である。

【図 10】レーンマーカ検出ためのフローチャートである。

【図 11】車両検出ためのフローチャートである。

【図 12】車両検出の説明図である。

【図 13】ウインドウの設定位置を示す図である。

【図 14】ウインドウにおける高さの説明図である。

【図 15】車両位置からウインドウ設定の説明図である。

【図 16】縦エッジ検出オペレータである。

【図 17】縦エッジからヒストグラム作成の説明図である。

【図 18】縦エッジ特徴量を強調処理するフローチャートである。

【図 19】横エッジからヒストグラム作成の説明図である。

【図 20】反転されたヒストグラムを示す図である。

【図 21】縦エッジ特徴量の強調処理を示す図である。

【図 22】強調された縦エッジ特徴量を示す図である。

【図 23】車両検出ためのフローチャートである。

【図 24】車両を確認するための説明図である。

【図 25】報知装置を作動するためのフローチャートである。

【図 26】縦エッジからヒストグラムを作成する説明図である。

【図 27】横エッジからヒストグラムを作成する説明図である。

【図 28】横エッジ特徴量の強調処理説明図である。

【図 29】強調された横エッジ特徴量の分布と車両の対応関係を示す図である。

【図 30】従来例の構成を示す図である。

【図 31】ウインドウの設定と検出されたヒストグラムを示す図である。

【図 32】検出されたヒストグラムの一例を示す図であ

17

18

る。

【符号の説明】

200 自車両

210 レーザレーダ距離計

211

ビデオカメラ

212

車速センサ

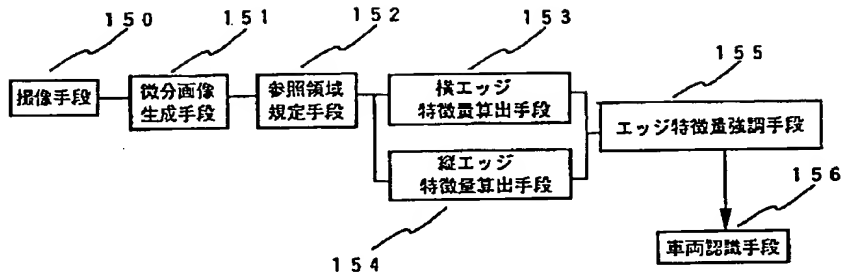
213

コントローラ

214

表示装置

【図1】

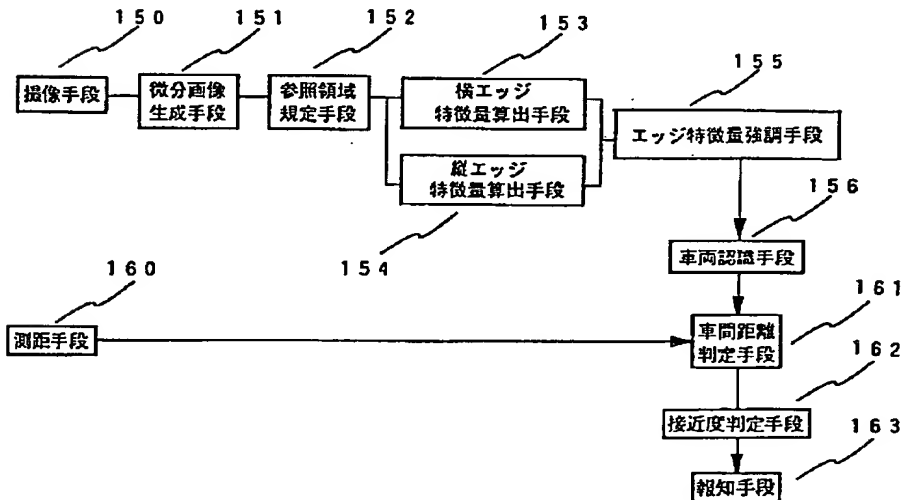


【図5】

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

エッジ検出オペレータ
(横エッジ)

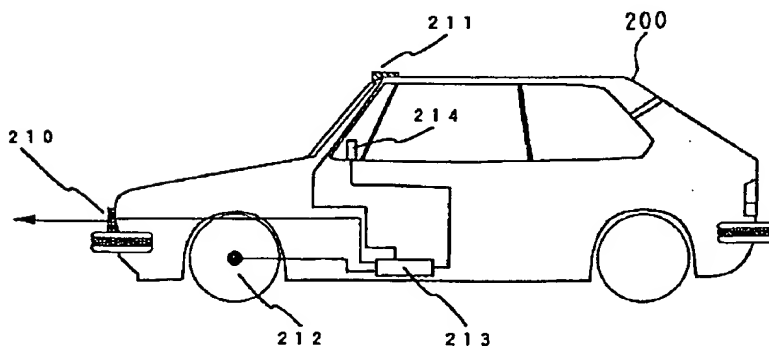
【図2】



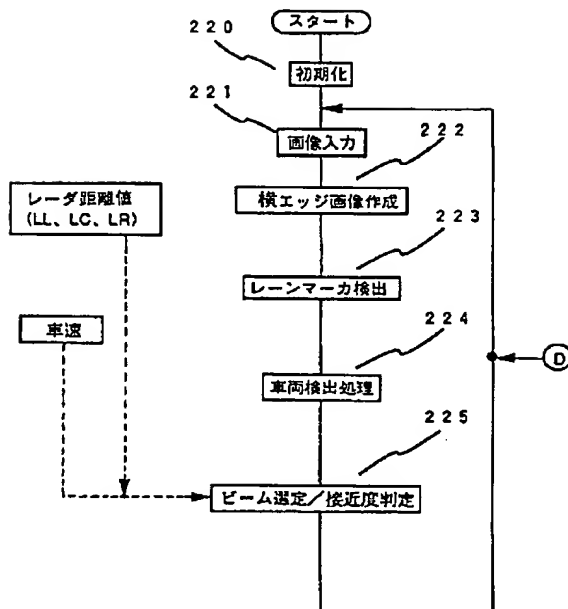
-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

エッジ検出オペレータ
(縦エッジ)

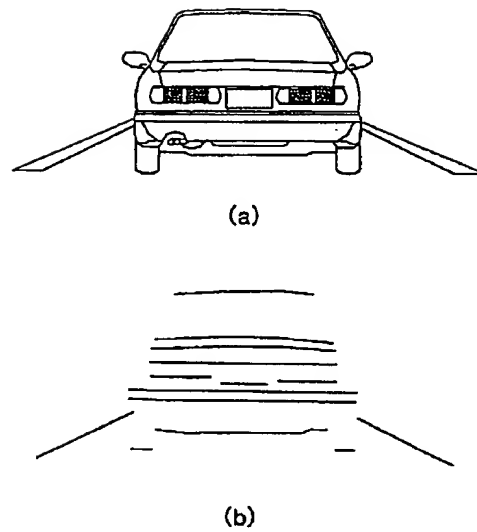
【図3】



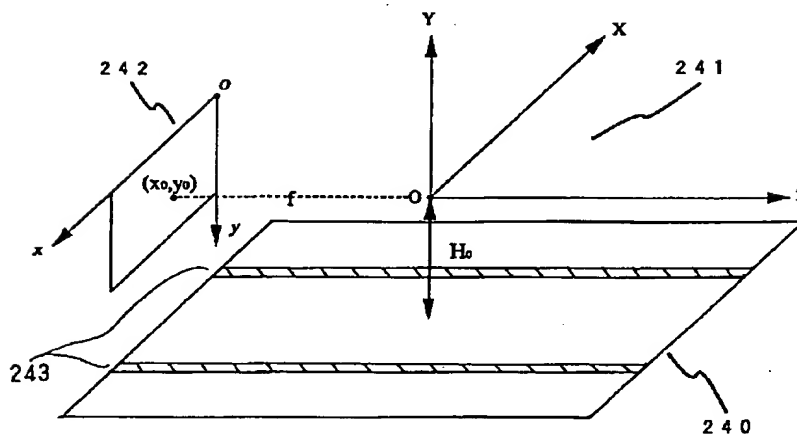
【図 4】



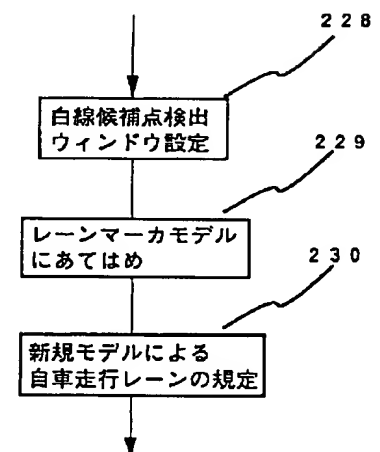
【図 6】



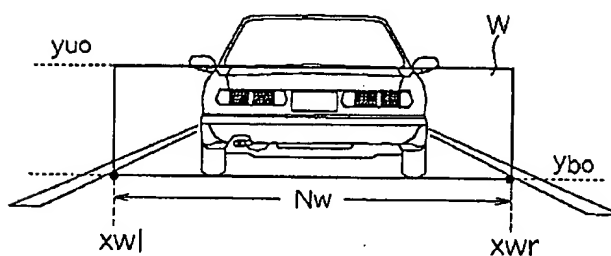
【図 7】



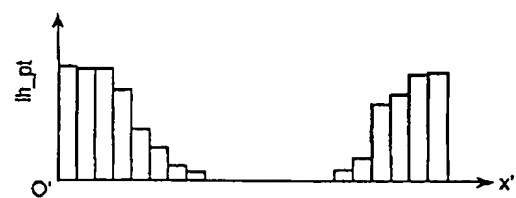
【図 10】



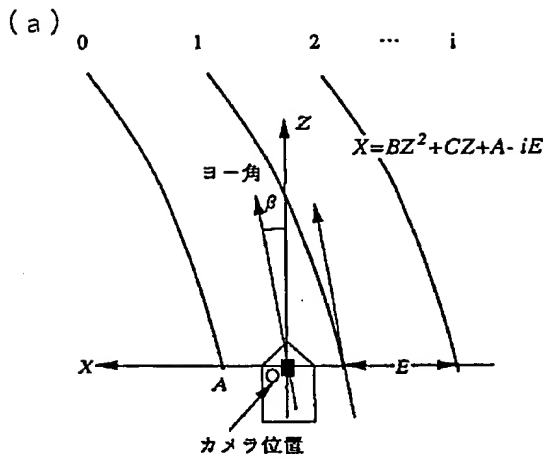
【図 14】



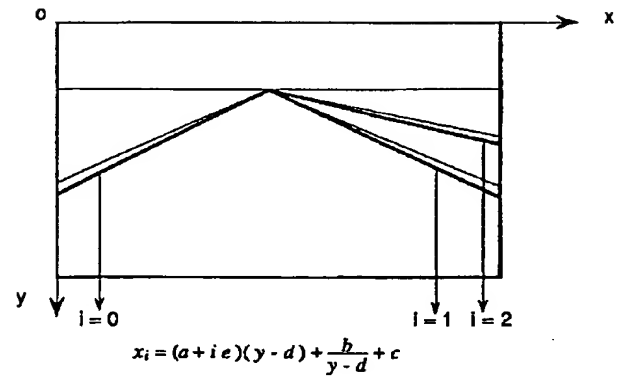
【図 21】



【図 8】

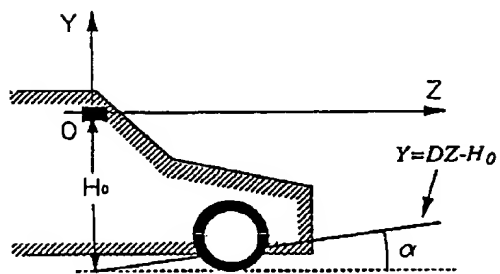


【図 9】

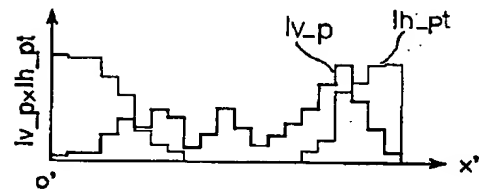


【図 22】

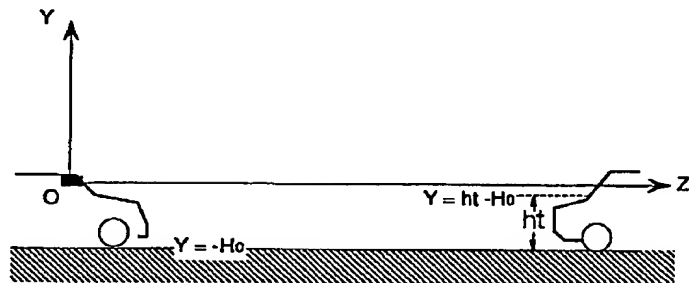
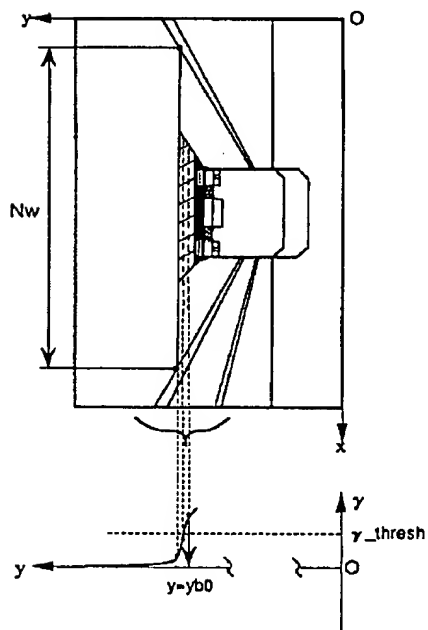
(b)



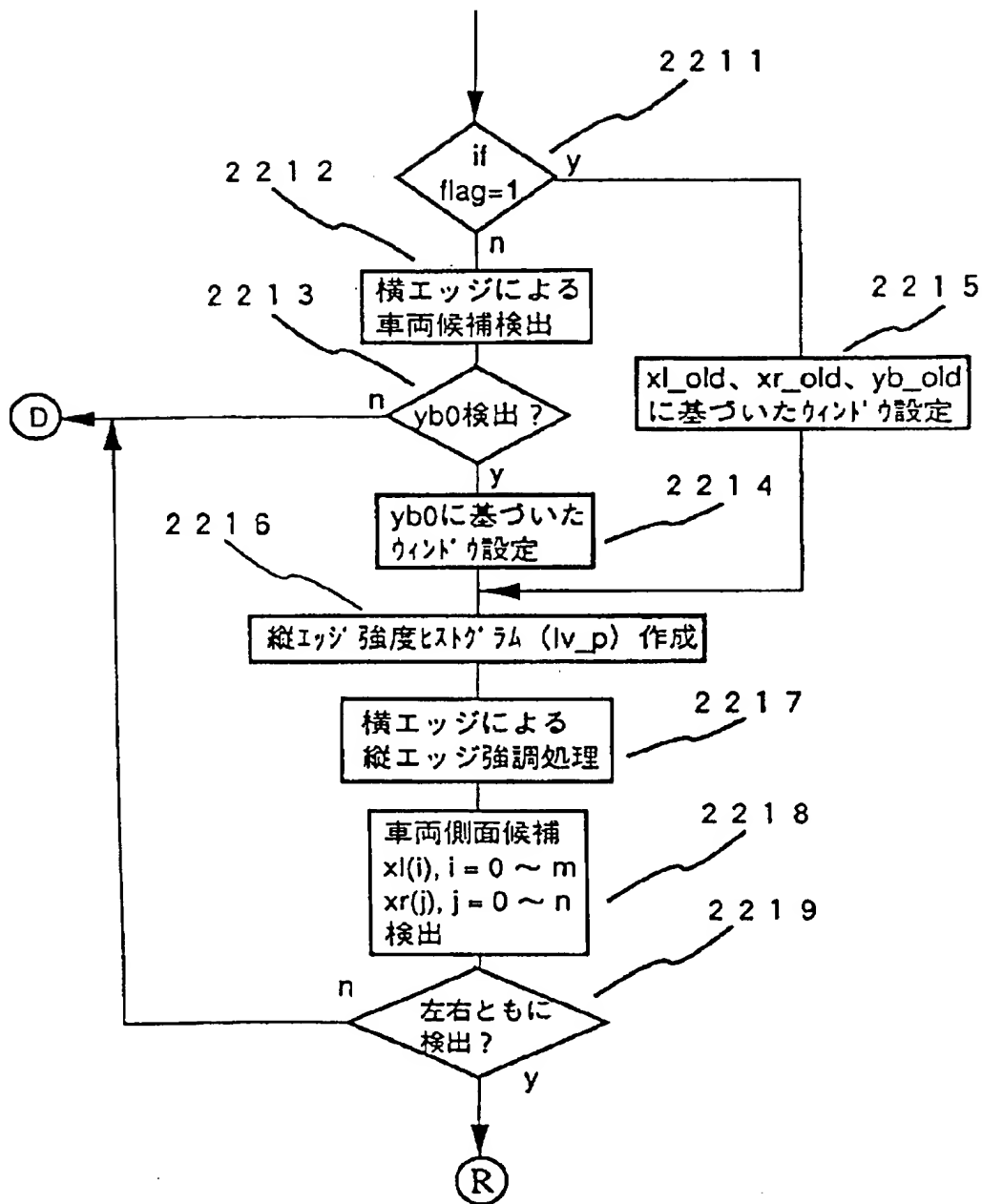
【図 13】



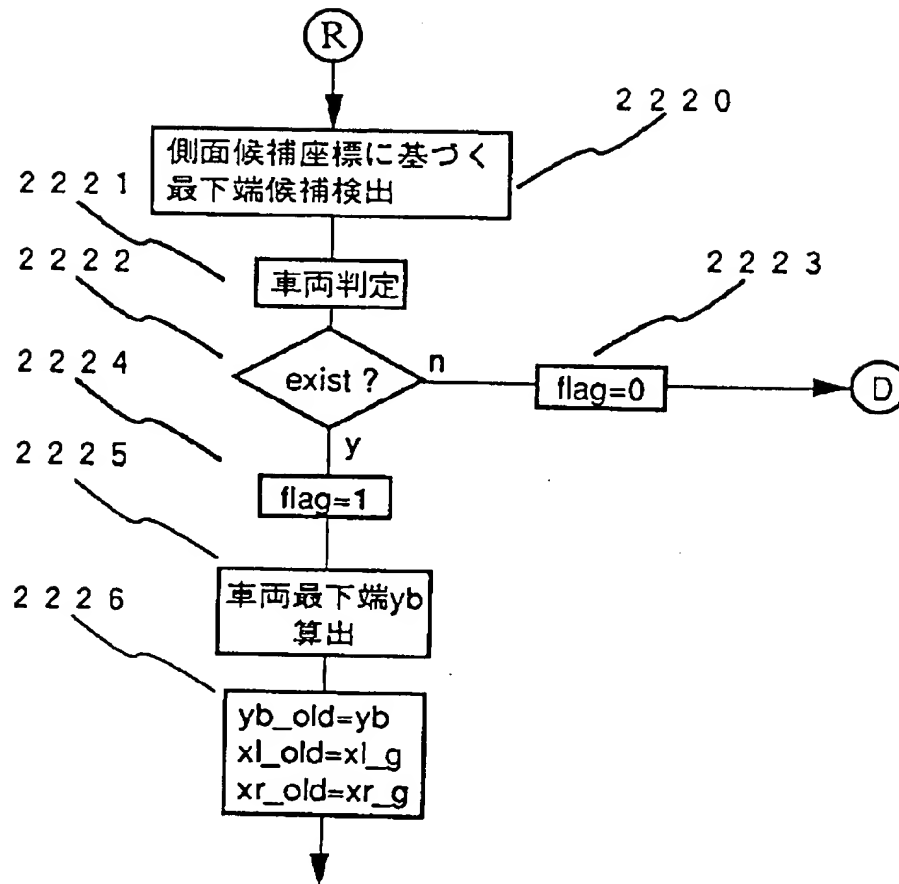
【図 15】



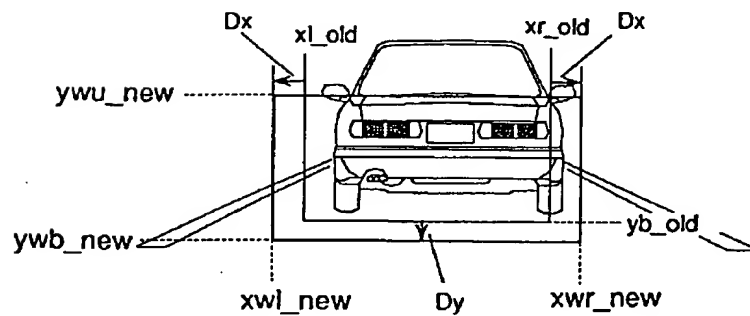
【図 11】



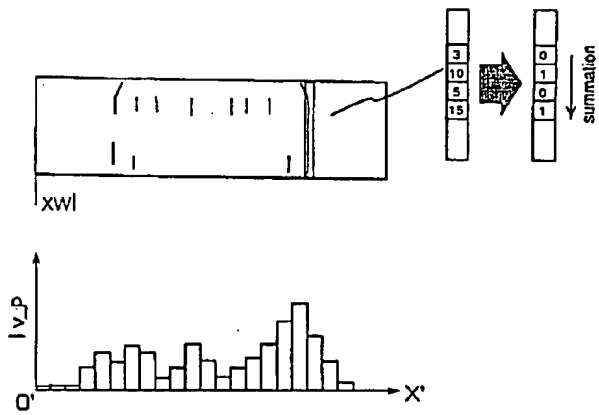
【図 1 2】



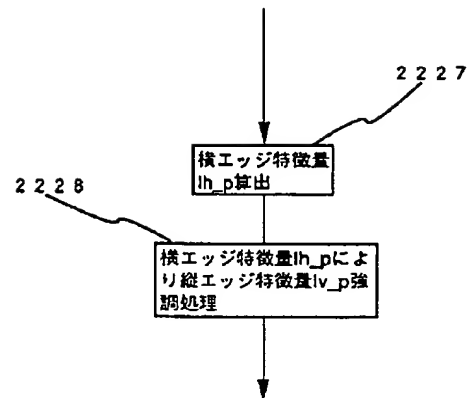
【図 1 6】



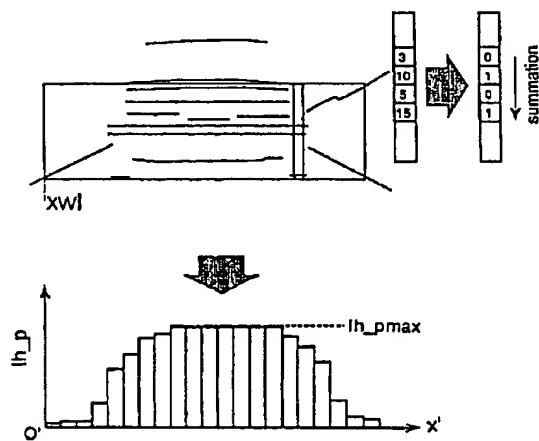
【図 18】



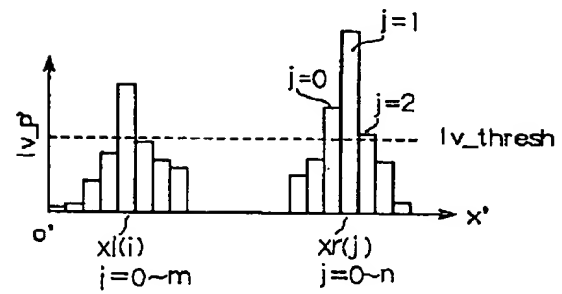
【図 19】



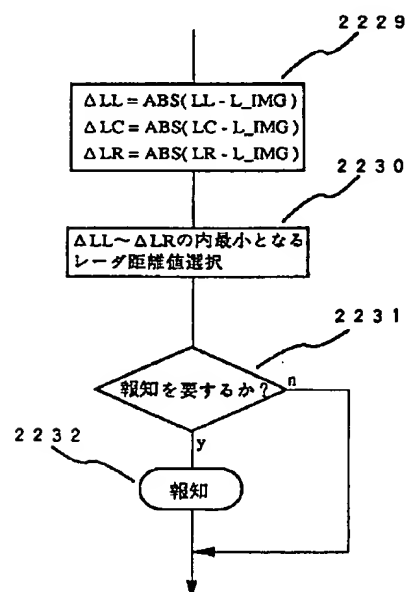
【図 20】



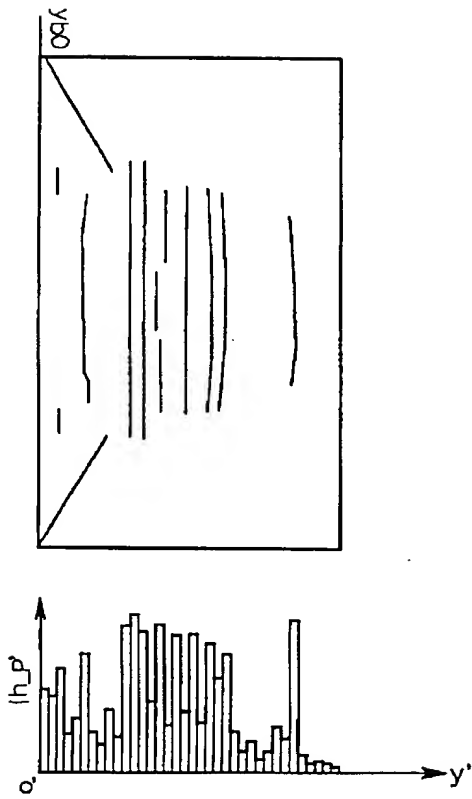
【図 23】



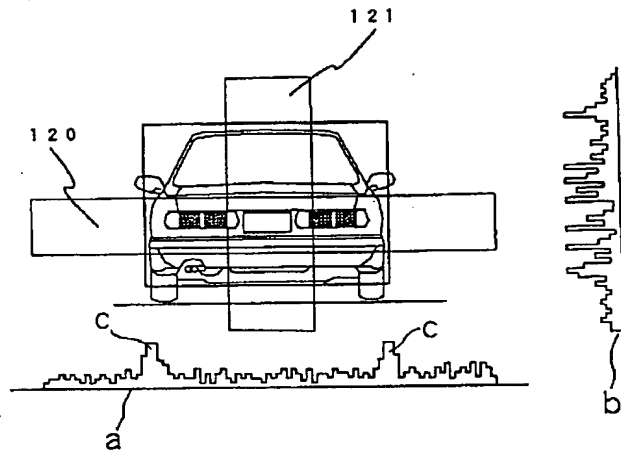
【図 25】



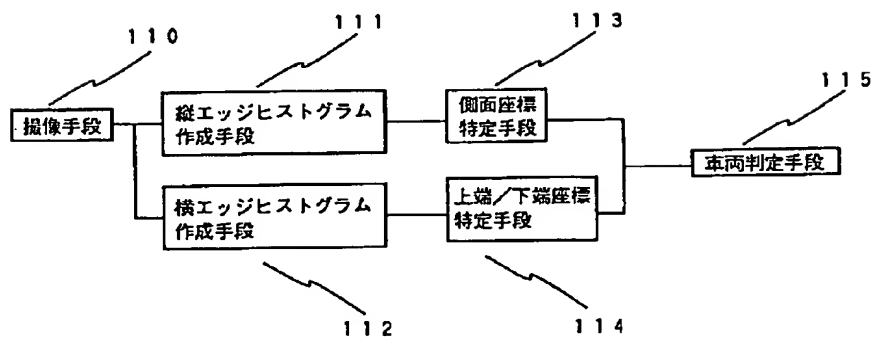
【図 27】



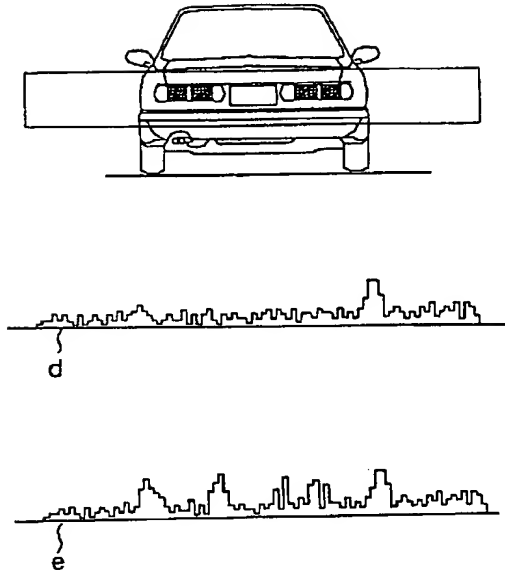
【図 31】



【図 30】



【図 3 2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶

H 0 4 N 7/18

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 6 F 15/62

技術表示箇所

3 8 0

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.